

## Ein Mehrländervergleich zur Effizienz der deutschen Telekommunikationswirtschaft

Georg Erber  
gerber@diw.de

*In einem internationalen Effizienzvergleich der Telekommunikationswirtschaft für den Zeitraum 1981 bis 2002 liegt Deutschland auf einem mittleren Platz: Besser schneiden Frankreich und Großbritannien ab, schlechter die Niederlande und die USA. Allerdings unterliegt die angebotsseitige Effizienz im Zeitverlauf starken Änderungen. Deutschlands Telekommunikationswirtschaft hat im Zuge der Deregulierung einen vorübergehenden Einbruch der Effizienz gegenüber den anderen Ländern hinnehmen müssen, der erst seit 2000 wieder schrittweise wettgemacht werden konnte.<sup>1</sup> Nachdem Deutschland vorübergehend sogar Schlusslicht gewesen war, lag es im Jahre 2001 immerhin wieder auf dem vierten Rang. Dieser Verlauf kann wie folgt interpretiert werden: Deutschland hat auch in der Telekommunikation (TK) später als andere Länder die notwendigen Strukturreformen mit dem Ziel der Effizienzsteigerung vollzogen, die dann nach 1999, dem Jahr des Tiefpunktes, erste Erfolge gebracht haben.*

*In der vorliegenden Untersuchung wird erstmals das Verfahren der stochastischen Produktionsmöglichkeitskurven (SPK) für einen Mehrländervergleich der Telekommunikationswirtschaft angewandt. Der Vorteil gegenüber anderen Verfahren ist es, dass ein fundiertes produktionstheoretisches Konzept zugrunde liegt.<sup>2</sup>*

### Gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Effizienz des TK-Sektors

Internationale Vergleiche mit dem Ziel eines Länder-Rankings entsprechend der jeweiligen relativen Performance haben immer mehr Interesse in der Öffentlichkeit gefunden. Sie liefern wichtige Hinweise auf Stärken bzw. Schwächen einzelner Länder; insbesondere jene, die schlechter als andere abschneiden, können davon profitieren, indem sie von der sog. Best Practice der besser positionierten Länder lernen.<sup>3</sup>

Die Telekommunikationswirtschaft ist ein Bereich, der sich weltweit durch ein weit überdurchschnittliches Wachstum im Vergleich zur Gesamtwirtschaft auszeichnet. Gleichzeitig findet durch die Deregulierung und Reregulierung der TK-Märkte ein fortlaufender institutioneller Wandel der Rahmenbedingungen statt.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Die Vorteile der Deregulierung für die Nachfrageseite bleiben in dieser Analyse unberücksichtigt.

<sup>2</sup> Damit wird eine nach subjektiven Kriterien von Expertenmeinungen abgeleitete Gewichtung der einzelnen Indikatoren zu einem Gesamtindikator vermieden, eine Vorgehensweise, die bei anderen Studien oftmals angewandt wird. Zudem werden mathematisch-statistische Methoden bei der Schätzung der Rangparameter eingesetzt, die den allgemeinen Methodenstandards der Ökonometrie entsprechen.

<sup>3</sup> Die Pisa-Studien für die Jahre 2000 und 2003 über das Abschneiden der nationalen Bildungssysteme sind aktuell ein besonders nachdrückliches Beispiel dafür, dass durch Benchmarking die Politik zum Nachdenken und dann auch zum Handeln angeregt werden kann.

<sup>4</sup> Vgl. z. B. M. E. Cave, S. K. Majumdar und I. Vogelsang (Hrsg.): Handbook of Telecommunication Economics. Vol. 1, Structure, Regulation and Competition. Amsterdam 2002.

### 2. Bericht

Ein Mehrländervergleich zur Effizienz der deutschen Telekommunikationswirtschaft

Seite **495**

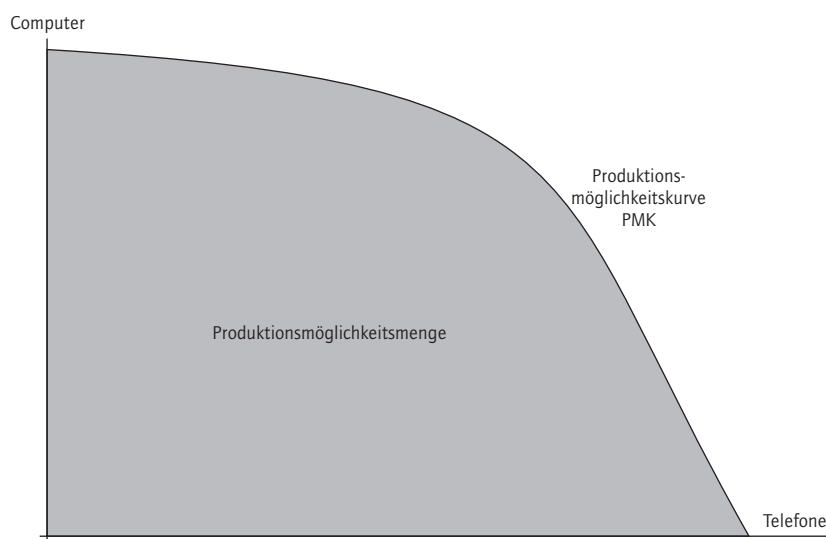
Kasten 1

### Ineffizienzmessung mittels deterministischer oder stochastischer Produktionsmöglichkeitskurven

Das Grundprinzip bei einer ökonometrischen Schätzung von SPK geht von der in der neoklassischen Wirtschaftstheorie üblichen Menge der Produktionsmöglichkeiten als möglichem Lösungsraum aus, um einen Produktionsprozess zu gestalten. Produktionsmöglichkeiten bestehen daher aus einem Bündel von Produktionsergebnissen, die mit Produktionsfaktoren wie Arbeit und Kapital erzeugt werden können.

Abbildung 1

#### Beispiel für Produktionsmöglichkeitsmenge und -kurve<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Die Fläche unterhalb und auf der Kurve ist die Menge der Güterbündel, die mit dem Einsatz der insgesamt verfügbaren Kapitalgüter (K) und dem verfügbaren Arbeitsvolumen (L) erzeugt werden können. Je weiter ein Punkt vom Ursprung des Koordinatensystems entfernt ist, desto höher ist der erzielte Output – hier bestehend aus Computern und Telefonen. Alle Punkte auf dem Rand der Menge sind die maximal erreichbaren Output-Volumina.

Alle Punkte innerhalb der Menge sind ineffiziente Produktionen, die die beiden vorhandenen Einsatzmengen K und L nicht voll ausschöpfen. Alle Punkte außerhalb sind unmögliche Produktionsvolumina, da die Faktorausstattung hierfür nicht vorhanden ist. Vgl. hierzu auch z. B. <http://www.netmba.com/econ/micro/production/possibility/> oder [http://en.wikipedia.org/wiki/Production\\_possibility\\_frontier](http://en.wikipedia.org/wiki/Production_possibility_frontier).

Quelle: Eigene Darstellung.

DIW Berlin 2005

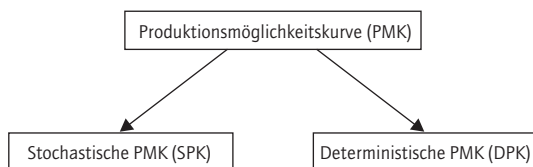
Im Unterschied zu der seit langem in der empirischen Wirtschaftsforschung verwendeten neoklassischen Produktionsfunktion lässt aber das Konzept der Produktionsmöglichkeiten bei der Erstellung eines Outputs auch den ineffizienten Faktoreinsatz zu. Während im Modell einer Produktionsfunktion immer unterstellt wird, dass alle Faktoren jederzeit effizient eingesetzt werden, wird diese restriktive Annahme bei Zugrundelegung von Produktionsmöglichkeitenmengen fallen gelassen. Damit liefert die neoklassische Produktionsfunktion nur einen Ort für eine potentiell effiziente Produktion, der aber aufgrund von ineffizientem Faktoreinsatz in der jeweiligen Realisation nicht erreicht wird. Der Abstand zwischen dem realisierten Produktionsergebnis und dem durch effizienten Faktoreinsatz erzielbaren liefert somit ein Maß für die ökonomische Ineffizienz eines konkreten Produktionsprozesses (vgl. hierzu auch Abbildung 1).

In der Literatur werden dabei zwei unterschiedliche Konzepte diskutiert, wie eine Produktionsmöglichkeitskurve und die hierzu relativen Ineffizienzen gemessen werden können (Abbildung 2):<sup>1</sup>

- Bei den deterministischen Produktionsmöglichkeitskurven wird unterstellt, dass es immer eine Produktionseinheit wie ein Land oder ein Unternehmen gibt, das aufgrund seiner *Best Practice* genau auf der effizienten Produktionsmöglichkeitskurve produziert. Die Ineffizienz wird daher immer relativ zu dieser Bezugsgröße gemessen.
- Bei der stochastischen Produktionsmöglichkeitskurve wird hingegen angenommen, dass es auch der *Best-Practice*-Produktionseinheit nicht zwangsläufig gelingt, das optimale Faktoreinsatzverhältnis zu realisieren. Es besteht bei ihr grundsätzlich immer ein Potential, noch besser zu werden. Exogene Schocks spielen dabei eine zentrale Rolle für das Entstehen von ineffizienter Faktorallokation.<sup>2</sup>

Abbildung 2

#### Typen von Produktionsmöglichkeitskurven



Quelle: Eigene Darstellung.

DIW Berlin 2005

Worin liegen nun neben diesen grundsätzlichen Unterschieden beider Konzepte deren Vor- bzw. Nachteile, um zwischen beiden Verfahren entscheiden zu können?

<sup>2</sup> Kritiker dieses Ansatzes sehen darin eine Schwäche, da es im Vergleich zu nichtparametrischen Verfahren, z. B. der Data Envelopment Analysis (DEA), einer expliziten Annahme hinsichtlich der parametrischen Verteilungsfunktion bedarf.

Die deterministische Produktionsmöglichkeitskurve weist zwar ein einfacheres ökonometrisches Schätzverfahren auf als die stochastische, aber Erstere hat konzeptionell einen gravierenden Nachteil, wenn man die Robustheit der Schätzung der Ineffizienz als Kriterium heranzieht. Bei der Schätzung der deterministischen PMK werden die Modellparameter nach der üblichen Kleinst-Quadrate-Methode geschätzt und daran anschließend die Kurve so nach oben verschoben, dass sie durch den Wert mit der größten Zufallsabweichung nach oben verläuft. Durch diese Parallelverschiebung wird sichergestellt, dass zumindest eine Beobachtungseinheit auf der PMK liegt. Allerdings zeigt sich in der praktischen Anwendung dieses Verfahrens schnell, dass die hieraus abgeleitete Ineffizienzmessung der anderen Beobachtungseinheiten volatil ist, da dieser Extremwert von Fall zu Fall starken Schwankungen unterliegen kann.<sup>3</sup>

Man gibt daher seit einiger Zeit dem stochastischen SPK-Modellansatz den Vorzug gegenüber dem deterministischen. Seitdem insbesondere die Probleme einer ökonometrischen Schätzung der Modellparameter gelöst worden sind und entsprechende Softwarepakete hierfür zur Verfügung stehen, kann dieser Modellansatz in der angewandten empirischen Forschung ohne großen Aufwand für die Anwender ebenso wie bei der deterministischen Produktionsmöglichkeitskurve eingesetzt werden.

<sup>3</sup> Bei Stichprobenerhebungen z. B. für einzelne Unternehmen kann das Fehlen des *Best-Practice*-Unternehmens in der Zufallsstichprobe die Ineffizienzmessung dann stark nach unten verzerren.

Für die übrige Wirtschaft sind effiziente TK-Dienstleistungen eine wichtige Vorleistung, die im globalen Standortwettbewerb zunehmend an Bedeutung gewinnt und Entscheidungen über Investitionsstandorte und daran gekoppelte Beschäftigungszugewinne beeinflusst. Daher hat die Effizienzanalyse der Telekommunikationswirtschaft neben der Bedeutung für diesen einzelnen Wirtschaftszweig auch eine gesamtwirtschaftliche Relevanz.

## Benchmarking im TK-Sektor

Benchmarking<sup>5</sup> ist zu einem Standardverfahren für Vergleiche zwischen Ländern, Regionen, Wirtschaftszweigen oder einzelnen Unternehmen bzw. Institutionen auf allen Ebenen des Wirtschaftsgeschehens geworden. Allerdings bestehen große Unterschiede hinsichtlich der Auswahl der Kriterien, der Messung und der Bildung von Indikatoren sowie der Erstellung der Rankings. Im Bereich der Informations- und Telekommunikationswirtschaft sind Rankings der „Networked Readiness“<sup>6</sup> seit 2001 erstellt worden. Der „Networked Readiness Index“ (NRI) wird regelmäßig vom World Economic Forum gemeinsam mit INSEAD und der Weltbank veröffentlicht; Deutschland belegte zuletzt den 14. Rang unter 104 in der Studie erfassten Ländern. Dabei wird das Länder-Ranking auf der Basis jährlicher Daten als Querschnittsanalyse durchgeführt.

Die vorliegende Untersuchung basiert dagegen auf einem unbalancierten<sup>7</sup> Mehrländer-Panel-Datenset. Stochastische Produktionsmöglichkeitskurven (SPK; siehe Kasten 1) haben sich seit einiger Zeit als flexibles Instrument beim Benchmarking bewährt; sie wurden bereits in einigen Studien des

World Economic Forum, der Weltbank<sup>8</sup> und der FAO<sup>9</sup> für unterschiedlichste Bereiche zum Ranking sowie zur Ineffizienzmessung eingesetzt.

## Die Datenbasis des Mehrländer-Panels

In dieser Analyse zur Telekommunikationswirtschaft wird nur eine deutlich geringere Anzahl von Ländern als beim NRI miteinander verglichen, da die für eine SPK-Analyse derzeit verfügbaren Daten eine Ausweitung auf einen größeren Länderkreis nicht zuließen. Methodisch kann dieses Verfahren jedoch auch für eine große Länderzahl und über beliebige Zeiträume einschließlich reiner Querschnittsanalysen eingesetzt werden. Als Datenbasis wurden hier die Zeitreihen des *Groning Growth and Development Centres* (GGDC)<sup>10</sup> für den Zeitraum 1980 bis 2002 verwendet.

Grundsätzlich ist Effizienz ein Ausdruck des Verhältnisses von Output zu Input, so dass für eine Effizienzanalyse Daten über beide Größen benötigt werden. Dieser Datensatz enthält als Output-Indikator die Bruttowertschöpfung zu Preisen von 1995. Input-Faktoren sind das reale Bruttoanlage-

<sup>5</sup> Vgl. TNS Infratest: Monitoring Informationswirtschaft. 8. Faktenbericht. München, April 2005.

<sup>6</sup> Vgl.: The Global Information Technology Report 2004–2005. Oxford 2005. Den NRI könnte man als Versuch deuten, die „social capability“ von Abramowitz in ein operationales Messkonzept beim Einsatz von IKT umzusetzen. Vgl. M. Abramowitz: *Catching-up, Forging Ahead, and Falling Behind*. In: *Journal of Economic History*, Vol. 46, 1986, S. 385–406.

<sup>7</sup> Unbalanciert ist ein Panel, wenn nicht für alle Beobachtungseinheiten die gleiche Beobachtungsanzahl vorliegt.

<sup>8</sup> Vgl. R. Jayasuriya und Q. Wodon: *Efficiency in Reaching the Millennium Development Goals*. World Bank Working Paper No. 9. Washington, D.C. 2003.

<sup>9</sup> FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

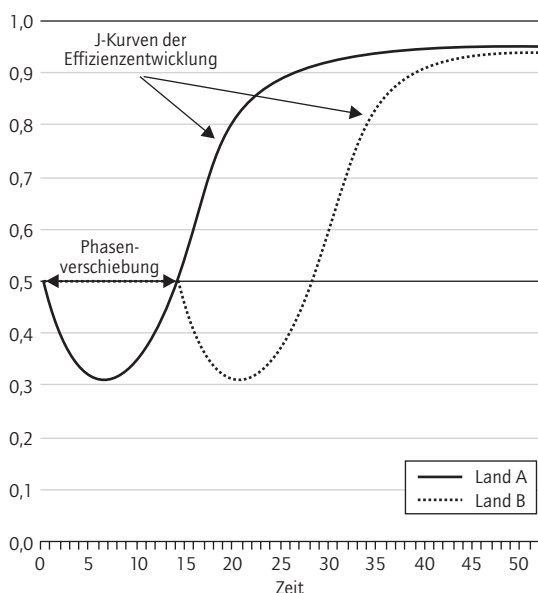
<sup>10</sup> Siehe [www.ggdc.net/](http://www.ggdc.net/).

Kasten 2

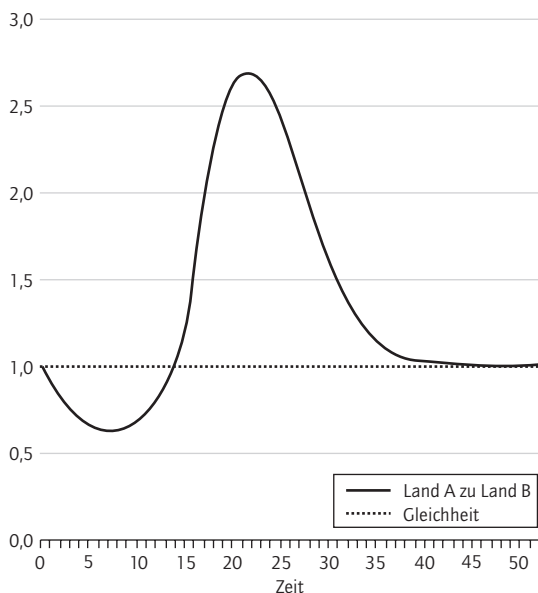
### J-Kurven-Adaption von effizienzsteigernden Innovationen und Phasenverschiebungen bei der Adaption

Abbildung 3

#### Effizienzentwicklung bei J-Kurven-Adaption einer effizienzsteigernden Innovation bei Auftreten einer Phasenverschiebung



#### Relative bilaterale Effizienzentwicklung von Land A zu Land B



Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

das absolute Effizienzniveau nur ein Anstieg von insgesamt rund 44 Prozentpunkten (Abbildung 3 oben) realisiert wird.

Innovationen im Telekommunikationsbereich – technologische wie das Internet oder institutionelle wie die Deregulierung der TK-Märkte – und dadurch zunehmender Innovationswettbewerb wurden von Land zu Land in unterschiedlicher Form und zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Laufe der 90er Jahre durchgeführt. In der Literatur zu Innovationsprozessen in der Wirtschaft ist darauf hingewiesen worden,<sup>1</sup> dass die Einführung solcher Innovationen häufig vorübergehende bzw. transitorische Effizienzverluste auslöst. Eine wesentliche Ursache sind die zunächst notwendigen Umstellungen; Effizienzgewinne sind also erst nach einiger Zeit zu verzeichnen. Diese Überlegungen zum Verlauf der Effizienzentwicklung bei Einführung einer letztlich effizienzsteigernden Innovation führt zu einem hier als J-Kurve bezeichneten Verlauf bei der Effizienzentwicklung (Abbildung 3).<sup>2</sup>

Fasst man diese Überlegung zum Verlauf der Effizienz bei Adaption einer Innovation mit dem zeitlich asynchronen Beginn der Adaption in einzelnen Ländern zusammen, dann ergibt sich daraus eine phasenverschobene Adaption einer Innovation mit unterschiedlichen J-Kurvenverläufen. In Abbildung 3 ist dieser Verlauf exemplarisch für zwei Länder (A und B) dargestellt.

Es wird hierbei eine Besonderheit hinsichtlich der Dynamik der Adaptionsprozesse deutlich, wenn man diese nicht relativ zum Effizienzniveau der Produktionsmöglichkeitskurve, sondern in Form bilateraler relativer Effizienzentwicklungen miteinander vergleicht.

Zunächst zeigt – bei unverändertem Effizienzniveau des Landes B – das Land A einen völlig äquivalenten Verlauf bei der relativen wie auch der absoluten Effizienzentwicklung. Beginnt jedoch dann das Land B ebenfalls mit der Adaption der Innovation nach  $n$  Perioden – der entsprechenden Phasenverschiebung –, dann fallen die Ergebnisse bei beiden Betrachtungsweisen deutlich auseinander. Insbesondere zeigt sich, dass das Land A relativ zum Land B einen besonders stark ausgeprägten transitorischen Anstieg seiner relativen Effizienz von rund dem 2,7fachen gegenüber der des Landes B zu verzeichnen hat (Abbildung 3 unten), obwohl bezogen auf

<sup>1</sup> Vgl. etwa P. A. David, a. a. O. (siehe Fußnote 19 des Textes).

<sup>2</sup> In anderen Zusammenhängen wie der Handelsbilanzentwicklung bei Wechselkursänderungen ist dieser transitorische Effekt einer vorüber-

gehenden Verschlechterung der Handelsbilanz bei einer Abwertung der eigenen Währung gegenüber anderen eingehend diskutiert und empirisch nachgewiesen worden.

Dieser Effekt einer Überzeichnung der tatsächlichen Dynamik der Effizienzsteigerung eines Landes, wenn man diese nur auf Basis relativer bilateraler Vergleiche durchführt, sollte zu entsprechender Vorsicht bei der Interpretation solcher Ergebnisse mahnen. Ohne ein absolutes Bezugssystem, das auch für multilaterale Vergleiche wie bei einem Mehrländer-Ranking notwendig ist, können leicht Fehlinterpretationen entstehen, wenn nur die relativen Niveaus bzw. auch deren Veränderungen als Indikatoren herangezogen werden. Die relative Dynamik bei der Adaption der Innovation fällt dann sehr viel dramatischer aus, als es bei einer angemessenen Betrachtung und Berücksichtigung der Phasenverschiebung und einem entsprechenden Bezugssystem der Fall wäre.

Produktivitätswunder, wie sie in den USA im Verlauf der 90er Jahre für die New Economy konstatiert wurden, könnten sich daher später als Strohfeuer erweisen, wenn andere Länder durch das „Tal der Tränen“, d. h. die Phase des transitorischen Einbruchs ihrer Effizienz, gegangen sind.<sup>3</sup> Derzeit reichen allerdings die vorliegenden Daten noch nicht aus, um hierüber ein abschließendes Urteil wagen zu können.<sup>4</sup> Allerdings wird in letzter Zeit zunehmend bezweifelt, dass das seit Mitte der 90er Jahre währende Produktivitätswunder in den USA von Dauer sein wird.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Vgl. Georg Erber und Ulrich Fritsche: Produktivitätswachstum in den USA und Deutschland: Fällt Deutschland weiter zurück? In: Wochenbericht des DIW Berlin, Nr. 30/2005.

<sup>4</sup> Zwischen der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität (TFP) auf Basis einer neoklassischen Produktionsfunktion und der Wachstumsrate des technischen Fortschritts und der Veränderungsrate der Ineffizienz im Modell der Produktionsmöglichkeitskurve besteht eine Identitätsbeziehung. Erstere ist die Summe aus den beiden letzten Größen. Vgl. dazu T. T. Raa und P. Mohnen: Neoclassical Growth Accounting and Frontier Analysis: A Synthesis. In: Journal of Productivity Analysis, Vol. 18, 2002, S. 111–128.

<sup>5</sup> Vgl. Bureau of Labor Statistics (BLS): Productivity and Costs. Washington, D.C., 9. August 2005. In den neuesten vom BLS veröffentlichten Zah-

len zur Produktivitätsentwicklung in den USA sind erhebliche Revisionen beim Zuwachs der Arbeitsproduktivität nicht nur für das laufende Jahr, sondern auch für die Jahre 2002 bis 2004 vorgenommen worden. Für das Jahr 2002 wurde die jahresdurchschnittliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität in der privaten Wirtschaft von zuvor 4,3 % auf 4,0 % zurückgenommen. Für das Jahr 2003 wurde diese Wachstumsrate von zuvor 4,4 % auf 3,9 % revidiert. Für 2004 wurde diese Rate gleichfalls gesenkt, von 3,9 % auf 3,4 %. Für das zweite Quartal 2005 liegt die Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im Vergleich zum Vorjahresquartal nur noch bei 2,1 %. Es scheint sich daher ein bisher nicht bekannter rascher Rückgang bei der Produktivitätsentwicklung in den USA abzuzeichnen.

vermögen ebenfalls zu Preisen von 1995 – getrennt nach IKT- und Nicht-IKT-Kapital –, das Arbeitsvolumen und ein Indikator zur Messung der Veränderungen der Qualität des Arbeitsvolumens aufgrund der Zusammensetzung des Humankapitals. Damit konnten für die Schätzung einer SPK auf Basis der Bruttowertschöpfung Daten über vier primäre Inputfaktoren verwendet werden. Die IKT-Kapitalbestände wurden mit einem einheitlichen hedonischen Preisindex für IKT-Ausrüstungsgüter deflationiert.<sup>11</sup>

Im GGDC-Datensatz sind Daten für die USA sowie vier EU-Mitgliedsländer – Deutschland, Frankreich, Großbritannien und die Niederlande – enthalten. Für diese vier EU-Länder sind auch die entsprechenden einzelnen Mehrländeraggregate der Wertschöpfung und Inputfaktoren als weitere Elemente in der Schätzung berücksichtigt worden, die im Folgenden mit der Kennzeichnung EU 4 ausgewiesen werden. Damit kann zumindest für diese Teilmenge der EU-Mitgliedsländer ein Vergleich insgesamt mit den USA durchgeführt werden.<sup>12</sup>

### SPK-Modellspezifikationen zur Ineffizienzmessung

Für die Schätzung der SPK wurden verschiedene Modellspezifikationen verwendet (Tabelle 1). Als einfachstes Modell wurde eine logarithmisch-li-

Tabelle 1

#### Untersuchte Modellspezifikationen der SPK

	Cobb-Douglas-Funktion	Translog-Funktion
Ohne technischen Fortschritt	Modell 1	Modell 2
Mit technischem Fortschritt	Modell 3	Modell 4

Quelle: Eigene Darstellung.

DIW Berlin 2005

neare Cobb-Douglas-Produktionstechnologie (Modell 1) zugrunde gelegt. In einem weiteren Schritt wurde ein Harrod-neutraler technischer Fortschritt in die Modellgleichung einbezogen (Modell 3). Ergänzend wurden Schätzungen der Translog-Funktion<sup>13</sup> als flexiblerer Produktionsfunktion vorgenommen (Modelle 2 und 4).

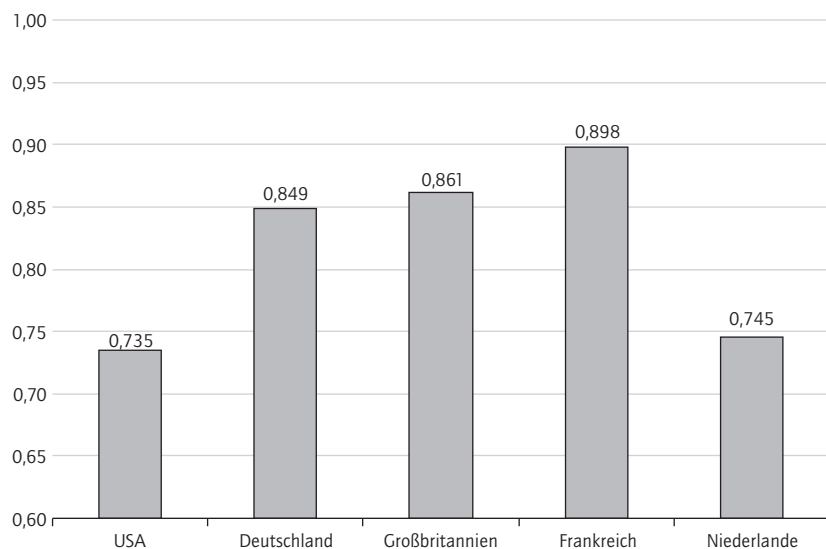
<sup>11</sup> Dadurch treten einige methodische Differenzen gegenüber den bisher von den Statistischen Ämtern dieser Länder veröffentlichten Daten zu diesen Variablen auf. Die beim GGDC verfolgten methodischen Änderungen insbesondere zur hedonischen Preisbereinigung dienen jedoch gegenwärtig als Vorbild für die Revision der amtlichen VGR auf Basis der Richtlinien des ESVG (Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen); vgl. dazu [www.destatis.de/download/d/stat\\_ges/haush/040.pdf](http://www.destatis.de/download/d/stat_ges/haush/040.pdf). In Deutschland wurde diese Revision bereits durchgeführt; vgl. A. Braakmann, N. Hartmann, N. Räh und W. Strohmann: Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen 2005 für den Zeitraum 1991 bis 2004. In: Wirtschaft und Statistik, Nr. 5, 2005, S. 425–462.

<sup>12</sup> Allerdings fehlten für das Jahr 2002 Daten für Frankreich und Großbritannien, so dass das Mehrländer-Datenpanel entsprechend weniger Beobachtungen für diese Länder sowie für das EU 4-Aggregat enthält.

<sup>13</sup> Vgl. L. R. Christensen, D. W. Jorgenson und L. J. Lau: Transcendental Logarithmic Production Frontiers. In: The Review of Economics and Statistics, Vol. LV, No. 1, 1973, S. 28–45.

Abbildung 4

### Durchschnittliche Ineffizienz<sup>1</sup> in der Telekommunikationswirtschaft in den USA und ausgewählten EU-Ländern

Technologische Effizienzeffekte<sup>2</sup> 1981 bis 2002

<sup>1</sup> Wenn der Wert gleich eins ist, liegt vollständige Effizienz vor. Werte kleiner als eins geben den relativen Abstand zur SPK an. Auf Basis einer Schätzung der Cobb-

Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt.

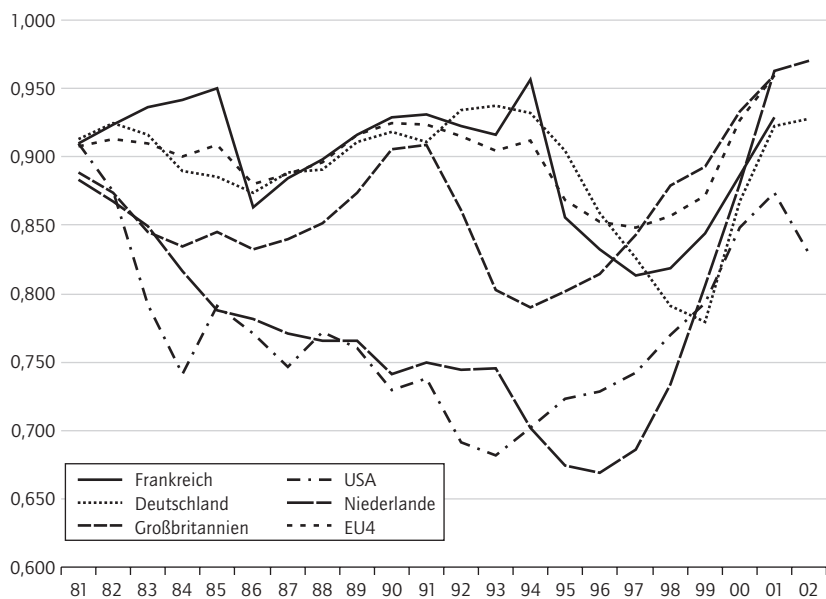
<sup>2</sup> Vgl. hierzu G. E. Battese und T. J. Coelli (vgl. Fußnote 18 des Textes) sowie G. Erber (vgl. Fußnote 16 des Textes).

Quellen: Groning Growth and Development Centres; Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

Abbildung 5

### Entwicklung der Ineffizienz<sup>1</sup> in der Telekommunikationswirtschaft in den USA und ausgewählten EU-Ländern

Technologische Effizienzeffekte<sup>2</sup> 1981 bis 2002

<sup>1</sup> Wenn der Wert gleich eins ist, liegt vollständige Effizienz vor. Werte kleiner als eins geben den relativen Abstand zur SPK an. Auf Basis einer Schätzung der Cobb-

Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt.

<sup>2</sup> Vgl. hierzu G. E. Battese und T. J. Coelli (vgl. Fußnote 18 des Textes) sowie G. Erber (vgl. Fußnote 16 des Textes).

Quellen: Groning Growth and Development Centres; Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

Als Schätzverfahren wurde eine simultane Maximum-Likelihood-Schätzung aller Modellparameter einschließlich der Varianzen sowie weiterer Parameter der beiden Verteilungsfunktionen durchgeführt. Dabei wurde ein hierfür speziell entwickeltes Softwarepaket Frontiers 4.1<sup>14</sup> eingesetzt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Modells 3 zugrunde gelegt, da aufgrund der großen Parameterzahl des Modells 4 von 21 (plus 2 bis 4<sup>15</sup>) und der insgesamt doch vergleichsweise geringen Zahl der Beobachtungen (N = 129) die Schätzergebnisse für dieses Modell unbefriedigend waren. Das Modell 4 neigte zu einer Überanpassung an die Daten bei gleichzeitigem Anstieg der Zahl statistisch insignifikanter Modellparameter. Der Verzicht auf die Einbeziehung des technischen Fortschritts in der Produktionsfunktion in den Modellen 1 und 2 erwies sich auch als untaugliche Modellvereinfachung.<sup>16</sup>

## Ergebnisse

Die Schätzergebnisse hinsichtlich des durchschnittlichen Ineffizienzparameters werden einander in Abbildung 4 zusammenfassend gegenübergestellt. Unter den fünf betrachteten Ländern hat Frankreich (0,988) vor Großbritannien (0,861), Deutschland (0,849), den Niederlanden (0,745) und den USA (0,735) die größte technische Effizienz beim Einsatz seiner Produktionsfaktoren erzielt. Die Spannweite bei der Ineffizienz zwischen dem Land mit der *Best Practice* und dem schlechtesten beträgt dabei rund 16 Prozentpunkte. Dieses Ergebnis passt insgesamt zu der allgemeinen Einschätzung,<sup>17</sup> dass Europa im Bereich der Telekommunikationswirtschaft in den zurückliegenden Jahrzehnten einen komparativen Vorteil besessen hat.

Mithilfe eines modifizierten Modellansatzes von Battese und Coelli kann die zeitliche Variation der Ineffizienz bestimmt werden.<sup>18</sup> In Abbildung 5 so-

<sup>14</sup> Vgl. T. Coelli: A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England. Armidale/Australien 1996.

<sup>15</sup> Die Zahl der Parameter für die Verteilung der Zufallsvariablen der abgeschnittenen Normalverteilung variiert entsprechend den Annahmen über den zugrunde liegenden Zufallsprozess. Bei Annahme einer Halb-Normalverteilung reduziert sich der Parameterraum um eins. Ebenso kann die Berücksichtigung von Autokorrelation erster Ordnung in dieser Verteilung den Parameterraum um eins erhöhen bzw. reduzieren.

<sup>16</sup> Ausführliche Ergebnisse für diese Modellschätzungen und die übrigen Modellparameter für die anderen drei Modelle werden in einer anderen Publikation ausgewiesen. Vgl. G. Erber: Benchmarking ICT-Efficiency Usage in the Telecommunications Industry in the US and Major European Countries, A Stochastic Possibility Frontiers Approach. Berlin, August 2005 (im Erscheinen).

<sup>17</sup> Vgl. EU: European Electronic Communications Regulation and Markets 2004. Communication from the Commission, SEC(2004) 1535. Brüssel, 2. Dezember 2004.

<sup>18</sup> Vgl. G. E. Battese und T. J. Coelli: A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontiers Production Function for Panel Data. In: Empirical Economics, Vol. 20, 1995, S. 325–322.

Tabelle 2

**Ineffizienz<sup>1</sup> in der Telekommunikationswirtschaft in den USA und ausgewählten EU-Ländern**  
 Technologische Effizienzeffekte 1981 bis 2002

	USA	Deutschland	Großbritannien	Frankreich	Niederlande	EU 4
1981	0,910	0,913	0,889	0,910	0,884	0,907
1982	0,875	0,925	0,874	0,924	0,868	0,913
1983	0,792	0,917	0,845	0,936	0,849	0,910
1984	0,741	0,889	0,835	0,942	0,816	0,900
1985	0,791	0,885	0,845	0,951	0,788	0,908
1986	0,770	0,874	0,832	0,863	0,782	0,880
1987	0,746	0,889	0,839	0,884	0,771	0,888
1988	0,772	0,891	0,851	0,898	0,766	0,896
1989	0,760	0,910	0,874	0,917	0,766	0,916
1990	0,729	0,919	0,905	0,929	0,741	0,925
1991	0,738	0,911	0,908	0,931	0,749	0,924
1992	0,691	0,934	0,861	0,922	0,745	0,915
1993	0,682	0,938	0,803	0,916	0,745	0,904
1994	0,702	0,932	0,790	0,956	0,702	0,912
1995	0,723	0,904	0,801	0,856	0,675	0,868
1996	0,728	0,858	0,814	0,832	0,669	0,852
1997	0,743	0,825	0,843	0,813	0,686	0,849
1998	0,769	0,791	0,880	0,819	0,734	0,857
1999	0,794	0,779	0,892	0,844	0,806	0,871
2000	0,848	0,868	0,933	0,886	0,880	0,927
2001	0,874	0,923	0,960	0,929	0,963	0,960
2002	0,829	0,927	.	.	0,970	.
Ø Rang 1981 bis 2002	5	3	2	1	4	x
Rang 2001	5	4	2	3	1	x
Minima	1984, 1993	1986, 1999	1986, 1994	1986, 1997	1996	1997
Maxima	1985, 2001	1983, 1993, 2002	1991, 2001	1985, 1994, 2001	1981, 2002	1985, 1991, 2001

<sup>1</sup> Wenn der Wert gleich eins ist, liegt vollständige Effizienz vor. Auf Basis einer Schätzung der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt. Werte kleiner als eins geben den relativen Abstand zur SPK an.

Quellen: Groning Growth and Development Centres; Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

wie in Tabelle 2 wird der zeitliche Verlauf der mit dem Modell 3 geschätzten Ineffizienzentwicklung der fünf Länder sowie des Mehrländeraggregats EU 4 dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass insbesondere die USA und die Niederlande zunächst einen stetigen Anstieg der Ineffizienz ihrer Telekommunikationswirtschaft zu verzeichnen hatten. In den USA sank das Effizienzniveau von 0,910 im Jahre 1981 auf 0,682 im Jahre 1993. Danach gab es einen deutlichen Wiederanstieg auf 0,874 bis zum Jahr 2001. Mit dem Platzen der New-Economy-Blase kam es dann erneut zu einem Anstieg der Ineffizienz im Jahre 2002. In beiden Fällen können zwei Ursachen ausschlaggebend gewesen sein: Zum einen führte der verschärfte Wettbewerb zum Rückgang der gemessenen Wertschöpfung aufgrund von Preissenkungen, zum anderen entstanden Überkapazitäten in der TK-Netzinfrastruktur.

Während die USA den Tiefpunkt der Ineffizienz bereits im Jahre 1993 erreichten, setzte sich insbesondere in den Niederlanden der Anstieg der Ineffizienz bis zum Jahr 1996 (0,669) fort. Erst danach fand ein rascher und deutlicher Wiederanstieg auf

ein in den übrigen europäischen Ländern typisches Niveau statt.

Großbritannien hat während der beiden zurückliegenden Jahrzehnte zwei Ineffizienzzyklen durchlaufen. Nach einem Tiefpunkt im Jahre 1986 mit 0,832 fand eine Erholung auf 0,908 im Jahre 1991 statt. Danach sank das Effizienzniveau wieder auf einen neuen Tiefpunkt (0,790 im Jahre 1994). In den folgenden Jahren erholte sich Großbritannien rasch und lag im Jahre 2001 mit 0,960 auf dem zweiten Rang aller Länder.

Deutschland und Frankreich weisen eine deutliche Parallelität in ihrer Entwicklung auf. Beide Länder hielten in den anderthalb Dekaden von 1981 bis 1995 zunächst gemeinsam eine Spitzenposition. Allerdings kam es in Frankreich bereits ab 1993 zu einer moderaten Abwärtsentwicklung bis zum Jahr 1997, während in Deutschland erst 1999 der Tiefpunkt erreicht wurde. Danach erholten sich die Effizienzniveaus in beiden Ländern jedoch wieder. Im Jahre 2001 lagen die europäischen Länder dicht beieinander auf einem hohen Effizienzniveau, während die USA zwar den Abstand zu den europäischen Ländern insgesamt deutlich verringern konn-



ten, aber doch weiterhin einen klaren Rückstand von rund 9 Prozentpunkten aufwiesen. Dieser ist seit dem Platzen der New-Economy-Blase wohl wieder etwas größer geworden.

Nimmt man das Jahr 2001 als Referenzjahr, dann liegen die Niederlande vor Großbritannien, Frankreich und Deutschland. Die USA bilden erneut das Schlusslicht. Die Entwicklung bei der Zu- und Abnahme der Ineffizienz der einzelnen Länder in der Telekommunikationswirtschaft verlief jedoch deutlich asynchron. Die unterschiedlichen Zeitpunkte der Adaption neuer TK-Technologien wie des Internets können für diesen asynchronen Verlauf ebenso maßgeblich sein wie Erhöhungen der Effizienz durch innovative Änderungen des Regulierungsrahmens in TK-Märkten. Daneben braucht die Anpassung der Märkte an diese neuen Rahmenbedingungen Zeit und findet mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten statt.<sup>19</sup>

Betrachtet man hingegen nur die relativen Ineffizienz-Lücken, ergibt sich ein anderes Bild (vgl. hierzu Kasten 2 sowie Tabelle 3 und Abbildung 6). Die häufig in anderen Studien vorgenommenen bilateralen Ländervergleiche zeigen daher nicht die Veränderungen in angemessener Form zur SPK als absolutem Bezugssystem. Hierdurch werden die

zeitlichen Abläufe zwar relativ gegenüber einem Land, aber nicht bezogen auf das Gesamtsystem – dargestellt durch die SPK – abgebildet. Für die Klärung der Frage, welches Potential zur Effizienzsteigerung besteht, sind daher solche bilateralen Vergleiche nicht tauglich. Sie sind nur für Vergleiche der relativen Wettbewerbsfähigkeit zweier Länder im Sinne einer Momentaufnahme geeignet.

## Fazit

Die hier vorgestellten Ergebnisse einer Messung der technischen Ineffizienz der Telekommunikationswirtschaft mithilfe von stochastischen Produktionsmöglichkeitskurven zeigen, dass sich Deutschland in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten gegenüber den anderen vier Ländern zunächst gut behaupten konnte. Die USA haben ihren deutlichen Rückstand seit Mitte der 90er Jahre zu den europäischen Ländern verringern, aber nicht vollständig abbauen können.

Damit könnte das überdurchschnittliche Produktivitätswachstum in der Telekommunikationswirtschaft der USA seit Mitte der 90er Jahre vorrangig Ausdruck eines Abbaus zuvor bestehender Ineffizienzen im Vergleich zu den europäischen Ländern sein. Zugleich würde aufgrund des früh erreichten Tiefpunktes in den USA im Vergleich zu einigen anderen europäischen Ländern die Öffnung der relativen Produktivitätslücke aufgrund des Aufholprozesses transitorisch besonders hoch ausgefallen sein (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 5). Nachdem die Anpassung mit Verzögerung auch in den EU-Ländern nacheinander einsetzte, wird sie danach für die einzelnen Länder spätestens seit 1999 wieder deutlich kleiner (vgl. hierzu Tabelle 3 und Abbildung 6).<sup>20</sup>

Die USA, Frankreich, die Niederlande und Großbritannien haben weit früher als Deutschland eine Wende zu einer Effizienzsteigerung ihrer Telekommunikationswirtschaft einleiten können. Allerdings mussten vor allem die Niederlande und die USA zunächst von einem deutlich niedrigeren Niveau aus einen Aufholprozess einleiten. Das hohe Tempo des Aufholprozesses bei diesen beiden Ländern

Tabelle 3

### Relative Ineffizienz<sup>1</sup> Deutschlands in der Telekommunikationswirtschaft gegenüber den USA und ausgewählten EU-Ländern

Technologische Effizienzeffekte 1981 bis 2002

	Gegenüber den USA	Gegenüber Großbritannien	Gegenüber Frankreich	Gegenüber den Niederlanden	Gegenüber EU 4
1981	100,4	102,7	100,4	103,3	103,3
1982	105,7	105,8	100,1	106,6	104,6
1983	115,7	108,4	97,9	108,0	103,7
1984	120,0	106,6	94,4	108,9	100,6
1985	111,9	104,8	93,1	112,3	100,2
1986	113,4	105,0	101,3	111,8	98,9
1987	119,1	105,9	100,5	115,3	100,6
1988	115,3	104,7	99,2	116,3	100,8
1989	119,8	104,2	99,3	118,8	103,0
1990	126,0	101,5	98,9	123,9	104,0
1991	123,4	100,3	97,8	121,6	103,1
1992	135,3	108,6	101,3	125,5	105,7
1993	137,6	116,8	102,3	125,9	106,1
1994	132,8	118,0	97,4	132,8	105,4
1995	125,1	112,9	105,7	134,0	102,3
1996	117,8	105,4	103,2	128,3	97,1
1997	111,2	98,0	101,5	120,3	93,4
1998	102,8	89,9	96,6	107,8	89,5
1999	98,2	87,3	92,3	96,7	88,2
2000	102,3	93,0	97,9	98,6	98,2
2001	105,6	96,1	99,3	95,8	104,4
2002	111,9	.	.	95,6	104,9

<sup>1</sup> Verhältnis zwischen Ineffizienz in Deutschland zu den anderen Ländern in Prozent auf Basis einer Schätzung

der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt.

Quellen: Groning Growth and Development Centres; Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

<sup>19</sup> Vgl. P. A. David: The Dynamo and Computers: A Historical Perspective in a Not-Too Distant Mirror. In: Technology and Productivity: Challenges for Economic Policy. OECD, Paris 1991, S. 315–337; ders.: Understanding Digital Technology's Evolution and the Path of Measured Productivity Growth: Present and Future in the Mirror of the Past. In: E. Brynjolfsson und B. Kahin (Hrsg.): Understanding the Digital Economy. Cambridge, MA 2000, S. 49–95.

<sup>20</sup> Bei den Untersuchungen von mehrjährigen Durchschnitten der Produktivitätswachstumsraten in den einzelnen Ländern in den üblichen Growth-Accounting-Studien sind diese Details aufgrund der Durchschnittsbildung nicht erkennbar. Allerdings wären aktuellere Daten über die derzeitige Entwicklung hilfreich, um genauere Aussagen treffen zu können.



kann daher nicht als Ausdruck eines nachhaltigen Anstiegs bei der langfristigen Produktivitätsentwicklung gewertet werden. Dagegen haben Deutschland wie auch Frankreich lange Zeit ein höheres Effizienzniveau als andere Länder bis Mitte der 90er Jahre verteidigen können. Da der Effizienzverlust danach nur gering ausfiel, bestand seither auch kein großes Potential beim Abbau von Ineffizienzen.

Der Einbruch der Effizienz, zu dem es durch die Einführung und Nutzung neuer Telekommunikationstechnologien wie dem Internet und der Breitbandkommunikation in der zweiten Hälfte der 90er Jahre in allen Ländern aufgrund umfangreicher Restrukturierungen und der Deregulierung der TK-Märkte gekommen war, konnte danach von allen Ländern nur allmählich durch einen schrittweisen Effizienzanstieg nutzbar gemacht werden. Dabei zeigt sich, dass Deutschland die notwendigen Strukturanpassungen als Nachzügler vorgenommen hat. Allerdings lagen bereits 2001 alle vier EU-Länder relativ dicht beieinander.

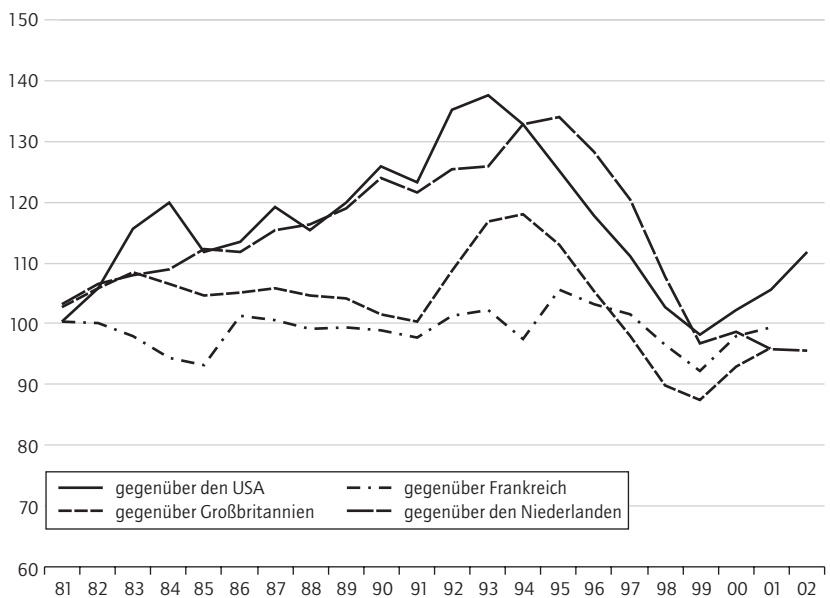
Die Schaffung eines gemeinsamen Binnenmarktes im Bereich der Telekommunikation durch die EU-Kommission und die Regierungen der Mitgliedsländer kann zu dieser Konvergenz einen erheblichen Beitrag geleistet haben.<sup>21</sup> Allerdings bedarf es weiterhin erheblicher Anstrengungen, den bisherigen Vorsprung gegenüber den USA zu verteidigen oder sogar noch auszubauen. Die rasche Verbreitung neuer TK-Technologien verschaffte zumindest bisher für einige Jahre den hier betrachteten EU-Ländern komparative Wettbewerbsvorteile. Restrukturierungen der Telekommunikationswirtschaft zur effizienten Nutzung neuer Technologien und Anpassung an ein neues regulatorisches Umfeld zur Förderung von Innovationswettbewerb können dabei mehrere Jahre erfordern, was wie im Falle Deutschlands die relativen Effizienzverluste im Vergleich zu anderen Ländern zunächst deutlich steigerte, da hier der Prozess im Vergleich zu den anderen Ländern verspätet einsetzte.

Es gibt daher auch bei der Adaption neuer TK-Technologien eine J-Kurve hinsichtlich der Effizienzentwicklung. Kurzfristig sinkt die angebotsseitige Effizienz, um sich erst allmählich wieder an das neue technologische Niveau anzupassen. Asynchrone Anpassungsprozesse zwischen Vorreitern und Nachzüglern führen bei bilateralen Vergleichen jedoch zu einer relativen Überzeichnung der Dynamik in den einzelnen Ländern, da die Vernachlässigung der Phasenverschiebungen zwischen den Ländern die relativen Effizienzlücken sich besonders rasch ausweiten und danach wieder schließen lässt. Der relative Produktivitätsschub in einzelnen Ländern, die als Vorreiter die Effizienzgewinne früher als andere internalisieren, bedeutet

Abbildung 6

### Entwicklung der relativen Ineffizienzlücken<sup>1</sup> in der Telekommunikationswirtschaft Deutschlands gegenüber den USA und ausgewählten EU-Ländern

Technologische Effizienzeffekte<sup>2</sup> 1981 bis 2002



<sup>1</sup> Wenn der Wert gleich 100 ist, liegt vollständige Gleichheit bei der Effizienz/Ineffizienz vor. Werte kleiner als 100 geben den relativen Effizienzrückstand Deutschlands gegenüber dem anderen Land an. Werte größer als 100 geben den Effizienzvorsprung Deutschlands an. Auf Basis einer Cobb-

Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt.

<sup>2</sup> Vgl. hierzu G. E. Battese und T. J. Coelli (vgl. Fußnote 18 des Textes) sowie G. Erber (vgl. Fußnote 16 des Textes).

Quellen: Groning Growth and Development Centres; Berechnungen des DIW Berlin.

DIW Berlin 2005

jedoch keinen nachhaltigen Effizienzvorsprung, der auf Dauer verteidigt werden kann.

Bei der Gesamtbewertung der institutionellen Rahmenbedingungen für die Telekommunikationswirtschaft sind auch die Wohlfahrtsgewinne unter Einbeziehung der Nachfrageseite zu berücksichtigen. Dies muss späteren Analysen vorbehalten bleiben.

Mit der Konvergenz von Sprachen- und Datenkommunikation mittels VoIP<sup>22</sup> und der Schaffung einer integrierten Plattform von Mobilfunk und drahtlosen Zugangstechniken zum Festnetz wie WiFi und WiMax steht die Telekommunikationswirtschaft jetzt erneut vor einer Welle von Innovationen, die für den Rest der laufenden Dekade einen solchen Zyklus hinsichtlich der effizienten Nutzung erwarten lässt. Deutschland sollte diesmal nicht wie zuletzt diese Entwicklung durch eine zögerliche Anpassung verschlafen.

<sup>21</sup> Vgl. EU: European Electronic Communications Regulation and Markets 2004, a. a. O.

<sup>22</sup> Voice over Internet Protocol (internetbasierte Telefonie).

Hinweis auf eine Veranstaltung



**DIW** Berlin



**Alfred Herrhausen Gesellschaft  
für internationalen Dialog**  
Ein Forum der Deutschen Bank

**Second Joint Debate 2005**

Wednesday, 7 September 2005

18:15 – 20:00

**Has the European  
Social Model failed  
Germany?**

After a grim decade of low growth and mass unemployment in Germany and France, Tony Blair has called a summit to discuss economic reform in Europe. Isn't it time for Germany to adopt the free-market policies that have succeeded in America and Britain? Or would it be folly to abandon the very thing that has seen the country through reunification and made it the world's greatest exporter? What is the good of an unaffordable system that traps Germany's poor and unemployed in penury and joblessness? Or would reform only add to social strife and inequality?

**Speakers**

- ♦ Lord David Lipsey, Social Market Foundation
- ♦ Alain Madelin, Member of the French Parliament, Former Economics and Finance Minister
- ♦ Prof. Dr. Horst Siebert, Kiel Institute for World Economics, John Hopkins University Bologna

**Chair**

John Peet, Europe Editor, The Economist

**The debate will be held at**

Deutsche Bank AG  
Unter den Linden 13–15 (Entrance Charlottenstr. 37–38)  
10117 Berlin-Mitte

Debate to be conducted in English.

To book a place, please reply no later than Friday, 2 September 2005 by e-mail:  
[economist@diw.de](mailto:economist@diw.de)

**Impressum**

DIW Berlin  
Königin-Luise-Str. 5  
14195 Berlin

**Herausgeber**

Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann (Präsident)  
Prof. Dr. Georg Meran (Vizepräsident)  
Dr. Tilman Brück  
Dörte Höppner  
Prof. Dr. Claudia Kemfert  
Dr. Bernhard Seidel  
Prof. Dr. Viktor Steiner  
Prof. Dr. Alfred Steinherr  
Prof. Dr. Gert G. Wagner  
Prof. Dr. Axel Werwatz, Ph. D.  
Prof. Dr. Christian Wey

**Redaktion**

Dr. habil. Björn Frank  
Dr. Elke Holst  
Jochen Schmidt  
Dr. Mechthild Schrooten

**Pressestelle**

Renate Bogdanovic  
Tel. +49 - 30 - 897 89-249  
[presse@diw.de](mailto:presse@diw.de)

**Vertrieb**

DIW Berlin Leserservice  
Postfach 74  
77649 Offenburg  
[leserservice@diw.de](mailto:leserservice@diw.de)  
Tel. 01805 - 19 88 88 \*dtms/12 Cent/min.

Abo-Betreuung durch  
Abonnenten Service Center GmbH  
Geschäftsführer: Heinz-Jürgen Koch  
Marlener Str. 4  
77656 Offenburg

**Bezugspreis**

Jahrgang Euro 180,-  
Einzelheft Euro 7,-  
(jeweils inkl. MwSt. und Versandkosten)  
Abbestellungen von Abonnements  
spätestens 6 Wochen vor Jahresende

ISSN 0012-1304

Bestellung unter [leserservice@diw.de](mailto:leserservice@diw.de)

**Konzept und Gestaltung**

kognito, Berlin

**Satz**

Wissenschaftlicher Text-Dienst (WTD), Berlin

**Druck**

Druckerei Conrad GmbH  
Oranienburger Str. 172  
13437 Berlin